

【資源エネルギー庁長官賞】

電動式高トルク加振トラスミッション試験装置

株式会社明電舎

東京都品川区

1. 機器の概要

近年の自動車業界では車両開発期間の短縮化・品質向上を目的として試験対象以外の自動車部品を各開発段階でコンピュータ上のモデルを用いてシミュレーションしモータにより実車挙動を再現するHILS試験（Hardware In the Loop Simulation）が普及してきている。

一方、トランスミッション開発用HILSではモータによるエンジン爆発トルクの再現は困難であったため、従来は実際のエンジンが多く利用されてきた。ただし、実エンジン利用の場合、燃料消費・排ガスに伴う環境負荷への影響、エンジン性能ばらつきによるデータ再現性確保およびエンジンとの並行開発への弊害などの課題があった。

本装置はこれらの課題を解決することを目的として高いトルク変動再現能力を持ったダイナモメータを開発したものである。本機器は当社従来モータと比較し約1.6倍の加減速性能を有し、実エンジンを使用した従来装置方式に対し、消費エネルギーを最大約60%削減することを可能とした。

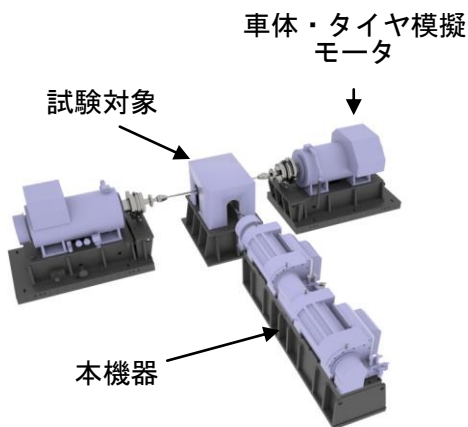


図1 トランスミッション試験機器構成例

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 機械的特徴

本機器は加振性能の向上とそれに伴うロータの発熱対策が課題となる。

・本機器では永久磁石型SPM（ロータ表面に磁石を貼り付ける方式：図2参照）を採用し、インダクタンスを低減し加振性能を向上させている。このとき、高速回転時の磁石飛散防止のため、金属製のリングにより保持する構造としている（図3参照）。このリングは圧入方式をとっており、焼き嵌め処理をしないため、磁石温度上昇に伴う減磁の可能性を除去している。

・保持リングの渦電流発生による発熱防止のため、リングには絶縁コーティングを施した（図3参照）。

このコーティングには摺動性及び耐久性に優れたDLC（Diamond Like Carbon）を採用した。

・また、保持リングはロータに圧入処理を行う過程で、コーティングの摩耗・剥離の可能性がある。そのため保持リング及び磁石の角部を特殊形状にすることで、リング-磁石-リング間の電流経路を遮断し、渦電流の発生を防止した（図4参照）。

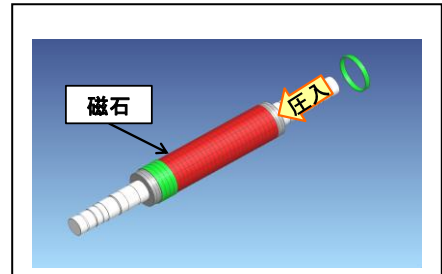


図2 SPM ロータ

リング（絶縁コーティング）

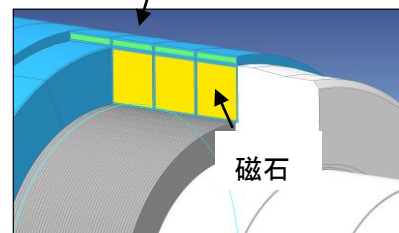


図3 SPMロータ拡大図

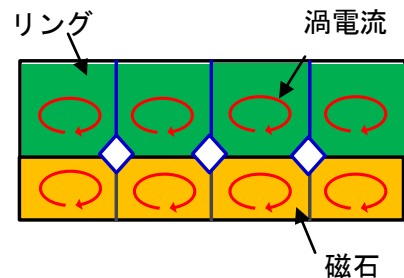


図4 リング-磁石断面図

(2) 制御的特徴

本機器は高加振・高トルクを実現するため、小径で2つのモータを直列接続したいわゆるタンデム方式を採用している。従って、モータ間の接続治具による共振現象が発生し、エンジン爆発模擬トルクと共振することで、過大なトルクが発生する危険性があった。

そのため、本機器では制御対象（接続された2モータ及び試験対象（ワーク））の特性を同定し、 $H\infty$ や μ 設計法などのロバスト制御理論に基づく設計方法で制御回路を構築した。

本方式により、2つのモータ間及び試験対象間の共振を適切に抑制し、所望の周波数でのトルク加振を可能とした。このとき、2つのモータのトルクバランスも調整し、トルクの偏りを補正している。

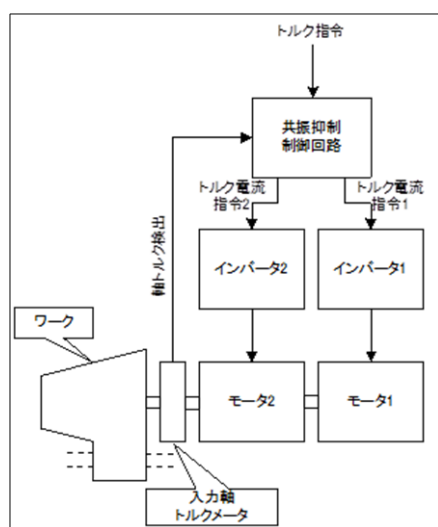


図5 制御システム構成

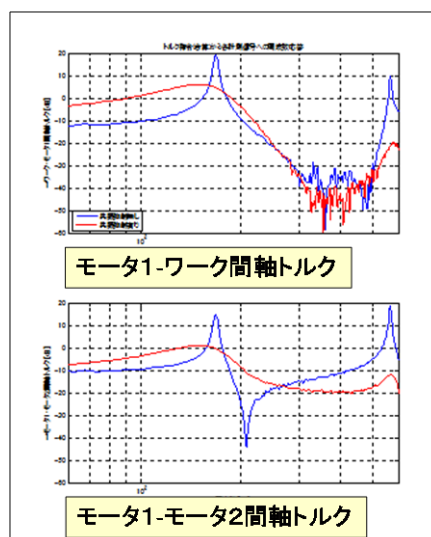


図6 制御周波数特性

(3) 機器性能

本機器の主性能を表1に示す。

従来機（当社従来加振モータ）と比較して、約1.5倍のピークトルク性能、約1.6倍の加速度性能を実現した。

この性能により、従来困難であったディーゼルエンジンの爆発トルク再現も可能としている。

表 1 本機器主性能

項目	単位	本機器	従来機
出力	kW	520	360
回転数	min ⁻¹	3,300/5,000	3,000/7,000
定格トルク	Nm	1,504	1,146
過負荷トルク	Nm	3,008	1,948
最大角加速度	rad/s ²	12,032	7,295

2.2 効果

実エンジンのモータ代替えにより大幅な省エネルギー化を達成した。
520kW 出力時の本機器（開発機を利用したトランスミッション試験機）と従来装置（実エンジン利用装置）の省エネルギー効果試算を表 1 に示す。一次エネルギー比較で約 60%削減の省エネルギー化を達成した。

表 2 省エネルギー効果試算例

分類	項目	必要エネルギー	備考
本装置	出力用	608kW	効率 85%
	冷却・空調	34kW	
	一次エネルギー	0.00164GJ	
従来装置	燃焼用	1733kW	効率 30%
	冷却・空調・排気	994kW	
	一次エネルギー	0.00442GJ	

注. 使用電気系一次エネルギー換算係数 : 2.71E-06GJ/kW

3. 用途

自動車および関連部品開発プロセスでは機能安全・自動運転などの要求から試験工数が増大傾向にある。そのため、CAE を利用したモデルベース開発手法を利用したフロントローディングはますます重要になってきている。

本装置は自動車関連メーカーにて稼働中で、開発効率向上及び省エネ効果に寄与している。今後もモデルベース開発の一環として利用されるとともに、エンジンを使用しない試験機の適用範囲を拡充することで、省エネルギー及び環境負荷改善に貢献することが期待される。